

RESPUESTA DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum L*) VARIEDAD GENOVESA
A LA PROPAGACION CON CUATRO SUSTRATOS EN UNA CASA MALLA EN
LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS, SEDE BARCELONA.

JORGE ANDRÉS ÁLVAREZ ALARCÓN
HERI JOAN RICO ACOSTA

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA INGENIERIA AGRONÓMICA
VILLAVICENCIO - META
2018 - B

RESPUESTA DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum L*) VARIEDAD GENOVESA
A LA PROPAGACION CON CUATRO SUSTRATOS EN UNA CASA MALLA EN
LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS SEDE BARCELONA.

Proyecto de tesis presentado como requisito para optar por el título profesional de
ingeniero agrónomo

JORGE ANDRÉS ÁLVAREZ ALARCÓN
HERI JOAN RICO ACOSTA

Director Tesis
Fidela Pardo (IA)

Director Metodológico
Harold Bastidas (IA, Msc)

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA INGENIERIA AGRONÓMICA
VILLAVICENCIO – META
2018 – B

Los directores y jurados examinadores de este trabajo de pregrado, no serán responsables de las ideas emitidas por los autores del mismo.

Art.24, Resolución N° 4 de 1994.

Nota de aceptación.

Fidela Pardo
Director de tesis

Harold Bastidas
Director Metodológico

Diego Libardo Osorio
Jurado

Carlos Alberto Herrera
Jurado

Villavicencio, Meta 26 septiembre del 2018

PERSONAL DIRECTIVO

PABLO EMILIO CRUZ

RECTOR E

DORIS CONSUELO PULIDO DE GONZALES

Vice-rector académico

GIOVANNY QUINTERO

Secretario general

CARLOS COLMENARES

Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CRISTOBAL LUGO

Director de Escuela de Ciencias Agrícolas

ALVARO ALVAREZ

Director del programa de Ingeniería Agronómica

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien me ha brindado la salud para poder continuar hasta este punto de mi vida, el cual es culminar mi proceso académico como profesional.

A mi padre Luis Gonzalo Álvarez Flores, quien me ha apoyado incondicionalmente pese a las diferentes situaciones y etapas de mi vida, junto a mi madre María Stella Alarcón Rojo, la mujer que me dio la vida, me enseñó a ser un hombre cumplido, ordenado; a ellos doy las gracias, porque me han brindado todo su apoyo y amor incondicional.

A mi hermana Claudia Álvarez Alarcón, quien ha sido un pilar importante de mi familia, y es la mujer que admiro por su dedicación, a mis hermanos Luis Gonzalo Álvarez Alarcón y Cristian David Álvarez Alarcón, quienes me han demostrado ser grandes emprendedores, a los tres les agradezco, porque me han acompañado diariamente y han aportado un granito de arena para que este trabajo fuese una realidad.

A mi familia, amigos y docentes, a todas las personas con las que trabajé, quienes aportaron parte de su tiempo en conocerme y en apoyarme con sus palabras y conocimiento; que me han ayudado a educarme como persona y que eso ha conllevado a la buena formación profesional en mi vida.

Att: Jorge Andrés Álvarez Alarcón

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, que me ha permitido culminar esta etapa de mi vida. A la Santísima Virgen y María del Carmen Acosta Urrego mis dos madres.

La universidad de los llanos que me han acogido en un proceso de formación académica. A todos los docentes formadores que me guiaron por el sendero del conocimiento y la investigación; por ultimo a mis compañeros y amigos.

Att: Heri Joan Rico Acosta

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Dios, por habernos permitido llegar hasta esta etapa académica de nuestras vidas.

Nuestras familias por siempre apoyarnos a lo largo de nuestra carrera profesional.

Nuestro director de tesis Fidela Pardo, por su apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de este trabajo de grado.

A nuestro director metodológico: Harold Bastidas, Nuestros Jurados Diego Osorio y Carlos Herrera, quienes con un gran número de docentes nos ayudaron a entender, redactar y terminar este trabajo de tesis.

Al igual que los anteriormente mencionados a la Universidad de los Llanos quien desde nuestro primer semestre académico es nuestra casa como la de cientos de miles de estudiantes egresados, actuales y que estarán por venir.

A cada una de las personas mencionadas por esto y mucho más, muchas gracias.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	21
1. OBJETIVOS.	22
1.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. MARCO TEORICO.	23
2.1. Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L)	23
2.1.1. Generalidades	23
2.1.2. Taxonomía	23
2.1.3. Morfología	24
2.1.4. Ecofisiología de la Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L)	25
2.1.4.1. Clima:	26
2.1.4.2. Altitud:	26
2.1.4.3. Precipitación:	26
2.1.4.4. Humedad relativa (HR):	26
2.1.5. Imbibición	27
2.1.5.1 Fases de la imbibición	27
2.1.5.1.1 Fase I	27
2.1.5.1.2 Fase II	27
2.1.5.1.3 Fase III	28

2.1.5.2 Vigor Germinativo	28
2.1.6. Requerimiento hídrico	28
2.1.7 Tamaño de la muestra	29
2.1.8. Tiempo y utilización para la comercialización	30
2.1.8.1. Ciclo del cultivo a producción	30
2.1.8.2. Usos	31
2.1.8.3. Comercialización y exportación	31
2.2. Sustratos	32
2.2.1. Sustrato: turba negra	34
2.2.2. Sustrato: fibra de coco	37
3. METODOLOGIA.	39
3.1. Ambiente experimental.	39
3.1.1. Condiciones de trasplante	40
3.2. Hipótesis	40
4. TRATAMIENTOS.	41
5. DISEÑO EXPERIMENTAL.	42
5.1. Análisis Estadístico.	43
6. VARIABLES A ANALIZAR.	44
6.1. Variable dependiente	44
6.2. Variable independiente	44
6.3. Variables intervinientes	44
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
8. CONCLUSIONES	55

9. RECOMENDACIONES	56
10. ANEXOS.	57
10.1. Evidencia fotográfica	57
10.2. Análisis de la varianza	69
11.BIBLIOGRAFÍA	90

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Porcentaje germinativo de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L), hasta los 11 días después de la siembra.	46
Tabla 2. Vigor germinativo de la semilla de albahaca a los 5 días después de la siembra.	48
Tabla 3. Altura de plántulas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L), hasta los 39 días después de la siembra.	49
Tabla 4. Número de pares de hojas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L), hasta los 39 días después de la siembra.	51
Tabla 5. Número de plantas deformes de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L), hasta los 39 días después de la siembra.	52
Tabla 6. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	69
Tabla 7. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	70
Tabla 8. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	71
Tabla 9. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	73
Tabla 10. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	74
Tabla 11. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	75
Tabla 12. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	76
Tabla 13. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	78
Tabla 14. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	79
Tabla 15. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	80

Tabla 16. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	81
Tabla 17. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	83
Tabla 18. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	84
Tabla 19. <i>Análisis de la Varianza (SC Tipo III).</i>	85
Tabla 20. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	86
Tabla 21. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).	88

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño de bloques secuenciales utilizados.	42
Figura 2. Tratamientos y sus repeticiones.	43

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L).	24
Cuadro 2. Características físicas de la turba negra.	35
Cuadro 3. Características químicas de la turba negra.	36
Cuadro 4. Características físicas de la fibra de coco.	37
Cuadro 5. Características químicas de la fibra de coco.	38
Cuadro 6. Sustratos Evaluados en la práctica de la tesis.	41

INDICE DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Porcentaje germinativo de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L).	47
Gráfica 2. Altura de plántulas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L).	50
Gráfica 3. Número de pares de hojas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L).	51
Gráfica 4. Número de plantas deformes de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L).	53

INDICE DE FOTOS

Pág.

Foto 1. Semillas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L) utilizadas en la práctica de la tesis. Fuente: Autores.	57
Foto 2. Características de las semillas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L) utilizadas en la práctica de la tesis. Fuente: Autores.	58
Foto 3. Insumos utilizados para la desinfección del sustrato artesanal. Fuente: Autores	58
Foto 4. Integrante de la tesis Heri Rico preparando la mezcla para desinfestar el sustrato artesanal. Fuente: Autores.	59
Foto 5. Instalaciones donde se realizó la práctica de la tesis. Fuente: Autores.	59
Foto 6. Integrante de la tesis Jorge Alvarez sembrando semillas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L). Fuente: Autores	60
Foto 7. Integrante de la tesis Heri Rico sembrando semillas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L). Fuente: Autores.	60
Foto 8. Germinación de la semilla de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L) en el sustrato Arena Silicatada. Fuente: Autores.	61
Foto 9. Germinación de la semilla de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L) en el sustrato Fibra de Coco. Fuente: Autores.	62
Foto 10. Germinación de la semilla de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L) en el sustrato Turba negra. Fuente: Autores.	62
Foto 11. Instalaciones donde se realizó la práctica de la tesis con el máximo poder germinativo alcanzado. Fuente: Autores.	63

Foto 12. Bandeja con sustrato de Turba negra 11 días después de la siembra. Fuente: Autores.	63
Foto 13. Bandeja con sustrato de Turba negra 18 días después de la siembra. Fuente: Autores.	64
Foto 14. Aparición del primer par de hojas verdaderas. Fuente: Autores.	64
Foto 15. Aparición del segundo par de hojas verdaderas. Fuente: Autores.	65
Foto 16. Bandeja con sustrato de Turba negra 25 días después de la siembra. Fuente: Autores.	66
Foto 17. Planta de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L) con deformación. Fuente: Autores	66
Foto 18. Aparición del tercer par de hojas verdaderas. Fuente: Autores.	67
Foto 19. Sustrato Arena Silicatada con todas las plantas muertas. Fuente: Autores.	67
Foto 20. Bandeja con sustrato de Turba negra 32 días después de la siembra. Fuente: Autores.	68

RESUMEN

Villavicencio Meta, es una zona caracterizada por tener un clima cálido, que posee suelos aptos para la implementación del cultivo de albahaca, el uso de suelos con buenas propiedades físicas y químicas, permite definir algunas limitantes durante su proceso de plantulación. Caracterizar el efecto de cuatro sustratos en el crecimiento de las plantas de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) en su fase de propagación en vivero, permitirá definir las características que debe poseer un sustrato para optimizar el manejo durante su proceso de germinación. Los tratamientos usados para el estudio, fueron: sustrato artesanal, arena silicatada, fibra de coco y turba negra; los cuales se ubicaron en semilleros con un diseño en bloques secuenciales; donde se evaluó cinco repeticiones por tratamiento. La frecuencia de riego fue igual para todos los sustratos cada 48 horas, y la toma de datos se realizó cada 8 días. El análisis de varianza que se utilizó por el método de Duncan, mostró diferencias significativas entre los cuatro tratamientos para todas las variables. La turba y el sustrato artesanal presentaron el mayor porcentaje de germinación, pero la turba y la fibra de coco tuvieron las mayores alturas. La turba negra y la fibra de coco mostraron un bajo número de plantas deformes y la arena Silicatada no manifestó plantas deformes. El mayor número de hojas y el crecimiento más acelerado se observó en la turba negra, siendo el mejor sustrato de los cuatro evaluados.

Palabras Clave: Propiedades físicas y químicas, germinación, sustrato, arena silicatada, fibra de coco, turba negra.

ABSTRACT

Villavicencio Meta, is an area characterized by having a warm climate, which has suitable soils for the implementation of basil cultivation, the use of soils with good physical and chemical properties, allows defining some constraints during the process of planting. Characterizing the effect of four substrates on the growth of basil plants (*Ocimum basilicum* L.) in its propagation phase in the nursery, will allow defining the characteristics that a substrate must possess to optimize the management during its germination process. The treatments used for the study were: artisanal substrate, silicated sand, coconut fiber and black peat; which were located in nurseries with a design in sequential blocks; where five repetitions per treatment were evaluated. The irrigation frequency was the same for all substrates every 48 hours, and data collection was performed every 8 days. The analysis of variance that was used by the Duncan method showed significant differences between the four treatments for all the variables. The peat and the artisan substrate presented the highest percentage of germination, but the peat and the coconut fiber had the highest heights. Black peat and coconut fiber showed a low number of deformed plants and Silicated sand showed no deformed plants. The highest number of leaves and the fastest growth was observed in the black peat, being the best substrate of the four evaluated.

Keywords: Physical and chemical properties, germination, substrate, silicate sand, coconut fiber, black peat.

INTRODUCCION

La albahaca (*Ocimum basilicum L.*) planta originaria de Asia menor y cultivada en las regiones de América tropical de clima templado y cálido¹, es una especie de gran importancia dentro del grupo de hierbas aromáticas, debido a sus diversos usos; dentro de los cuales se encuentran el industrial, farmacológico y culinario.²

Acuña, y otros³ estimaron el área sembrada de albahaca en Colombia para el año 2007, eran 60 ha, de las cuales todas estaban ubicadas en altitudes superiores a 1200 msnm, pero (Aldana, 2015) mencionó que para mantener una alta cantidad de biomasa, los factores medio ambientales de mayor importancia para el desarrollo y producción de la albahaca son temperaturas entre 24-30°C durante el día y en las noches 20°C aclarando que es una planta que no resiste heladas ni temperaturas inferiores a 0°C, la cual posee un rango óptimo de altitud 0-1000msnm.

En busca de romper el monopolio de los monocultivos tradicionales que se presenta en el departamento del Meta, para el aumento de la diversidad agrícola, se exhibe una opción con el cultivo de Albahaca (*Ocimum basilicum L.*), siendo un sistema de producción de alto potencial para clima cálido, ya que nos permite realizar la comercialización tipo exportación, y la comercialización para demanda nacional.

¹ Muñoz, . (2002). *Plantas medicinales y aromaticas. Estudio, cultivo y procesado*. Madrid: Mundi-Prensa.

² Bonilla, C. R., Villamil, J. A., & Robles, L. (2011). *Cartillas del Corredor. Cultivando su futuro: Albahaca, Ocimum basilicum L.* Bogotá D.C, Colombia: EPE Medios Ltda.

³ Acuña, J. F., Hernández, J. E., Naranjo, E., Parra, A., & Castillo, B. (2010). *Innovación y desarrollo para la exportación. Albahaca*. Bogotá D.C, Colombia: Opciones Gráficas Editores Ltda.

1. OBJETIVOS.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el efecto de cuatro sustratos, en el crecimiento de la plántula de Albahaca (*Ocimum basilicum L*) en su fase de propagación en vivero, en condiciones climáticas de una casa malla en la granja de la Universidad de los Llanos sede Barcelona.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el poder germinativo de la semilla de albahaca (*Ocimum basilicum L*) bajo el efecto de cada uno de los sustratos evaluados.

Identificar el sustrato más adecuado para el proceso de plantulación de albahaca (*Ocimum basilicum L*) en las condiciones climáticas de la granja Barcelona.

Determinar la curva de crecimiento de la albahaca durante su periodo de plantulación.

2. MARCO TEORICO.

2.1. Albahaca (*Ocimum basilicum* L)

2.1.1. Generalidades. La albahaca (*Ocimum basilicum* L), es una planta nativa del Asia menor proveniente específicamente de la India, actualmente cultivada en todas las regiones de la América tropical en diversos climas; donde se produce en altitudes de 0 a 1000 metros sobre el nivel del mar, de clima templado y cálido, no resiste las heladas, ni temperaturas inferiores a -2° C.⁴ Los factores medioambientales de mayor importancia para el desarrollo y producción de la albahaca son: Clima cálido, templado-cálido, (no resiste heladas ni temperaturas inferiores a 0°C) temperaturas entre 24-30°C durante el día y 16-20°C durante la noche. En Colombia se siembra albahaca bajo invernadero en pisos térmicos más altos. Humedad relativa (HR): media (60-70 %).

2.1.2. Taxonomía. (*Ocimum basilicum* L), denominada vulgarmente como albahaca o alhábega, es una hierba aromática anual de la familia de las lamiáceas nativa de Irán, India, Pakistán y otras regiones tropicales de Asia, que lleva siendo cultivada varios milenios.⁵ Ver cuadro 1.

⁴ Ibíd., p. 21.

⁵ Restrepo, J. J. (2011). Plantas aromaticas y medicinales enfermedades de importancia y sus usos terapeuticos. ICA, 7

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Tribu	Ocimeae
Género	Ocimum
Especie	Ocimum basilicum

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la Albahaca (*Ocimum basilicum* L.).Nota.
Fuente: Expediciones biológicas siglo XXI⁶

Según Davoli⁷, existe una especie (*Ocimum basilicum* var. *Minimum*), que se adapta mejor a los climas fríos, se le conoce como la albahaca griega, la cual posee un porte arbustivo compacto, con hojas muy pequeñas, verdes y ovales, con aroma de mediana intensidad.

2.1.3. Morfología. La Albahaca (*Ocimum basilicum* L) es una planta herbácea, anual, su porte es arbustivo, tiene un olor cálido, potente y penetrante.; posee tallo

⁶ Expediciones botánicas siglo XXI. (02 de Diciembre de 2009). *Asesoría y acompañamiento de herbario virtual*. Obtenido de Asesoría y acompañamiento de herbario virtual: http://aplicaciones2.colombiaaprende.edu.co/concursos/expediciones_botanicas/archivos/HV-366.pdf

⁷ Davoli, M. G. (22 de 09 de 2018). *Elicriso.it*. Obtenido de Las plantas aromáticas: http://www.elicriso.it/es/plantas_aromaticas/albahaca

erecto y ramificado, que alcanza de 30 a 50 cm de altura. Las hojas, son opuestas pecioladas, aovadas, lanceoladas y ligeramente dentadas de 2 a 5 cm; sus flores son blancas o ligeramente purpúreas, dispuestas en espigas alargadas y son axilares en la parte superior del tallo o en los extremos de la rama. Corresponden a cimas uníparas condensadas, en verticilastros de 6 a 10 flores alrededor del pedúnculo. Cada flor lleva en la base 2 pequeñas brácteas opuestas. La floración se produce de junio a septiembre. La polinización es entomófila; su fruto conformado por cuatro aquenios pequeños y lisos.⁸

2.1.4. Ecofisiología de la Albahaca (*Ocimum basilicum L.*). La Albahaca (*Ocimum basilicum L.*) se produce comercialmente en regiones templadas con tendencia al trópico bajo.

La textura de los suelos que se requiere para el cultivo de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) debe ser liviana, franca. franca-arenosa o franca-arcillosa, en estos se presenta un mejor crecimiento y desarrollo del sistema radical; además la planta requiere suelos bien drenados. En zonas con alta incidencia de plantas arvenses se utilizan coberturas plásticas o "mulch", para limitar la competencia de éstas en el cultivo.⁹

Los factores medioambientales de mayor importancia para el desarrollo y producción de la albahaca son:

⁸ Ibid., p. 23

⁹ Corporación colombiana internacional. (2007). *Canasta de oroductos del Plan Hortícola Nacional. Plan Hortícola Nacional*. Bogotá Colombia: PHN. Corporación.

2.1.4.1. Clima. Cálido, templado-cálido, (no resiste heladas ni temperaturas inferiores a 0°C). Temperaturas entre 24-30°C durante el día y 16-20°C durante la noche, combinados con una longitud del día de 16 horas, inducen una alta tasa de desarrollo. Temperaturas mayores causan estrés y pueden causar marchitamiento durante la parte más caliente del día.

2.1.4.2. Altitud. 0-1000 msnm. En Colombia se siembra albahaca bajo invernadero en pisos térmicos más altos. La albahaca producida bajo invernadero posee hojas más pequeñas y de color más intenso.

2.1.4.3. Precipitación. Amplia y regular precipitación durante el periodo de crecimiento y poca lluvia durante el periodo de cosecha.

2.1.4.4. Humedad relativa (HR). Media (60-70 %).¹⁰

¹⁰ Bareño, P. (2006). Últimas tendencias en hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco. Curso de extensión. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. En P. Bareño. Bogotá. D.C.: Editorial Produmedios.

2.1.5. Imbibición. La germinación se inicia con la entrada de agua en la semilla (imbibición), sin importar si es viable o no; y finaliza con el comienzo de la elongación del eje embrionario (emergencia). Según Pérez¹¹ en condiciones de laboratorio, la posterior rotura de las cubiertas seminales por el eje embrionario, es el hecho que se utiliza para considerar que la germinación ha tenido lugar (criterio fisiológico). Sin embargo, en condiciones de campo no se considera que la germinación ha finalizado hasta que se produce la emergencia y desarrollo de una plántula normal (criterio agronómico).

2.1.5.1 Fases de la imbibición. Muchas semillas colocadas en agua destilada en capsulas de Petri bajo condiciones óptimas para la germinación muestran un patrón trifásico de absorción de agua.

2.1.5.1.1 Fase I. Es la consecuencia de la fuerza matrica (Ψ_m) de las paredes celulares y los contenidos de las células de la semilla y esta absorción ocurre sin consideración a si una semilla posee latencia o no.

2.1.5.1.2 Fase II. Es el periodo de absorción de agua cuando el potencial mátrico es alto (menos negativo), como es el potencial osmótico o de soluto, semillas muertas y latentes mantienen este nivel de típica hidratación de esta fase.

¹¹ Perez, F., & Pita, J. M. (2008). *Germinación de semillas*. Madrid.

2.1.5.1.3 Fase III. Esta está asociada con la protrusión de la radícula, las longitudes de cada una de estas fases dependen de ciertas propiedades inherentes de las semillas (contenido de sustrato hidratante, permeabilidad de la cubierta de las semillas, absorción de oxígeno y tamaño de la semilla).

2.1.5.2 Vigor Germinativo. Representa la velocidad de germinación y la rapidez de la semilla para desarrollar una plántula normal.

La energía germinativa es un parámetro muy útil porque nos da una idea de la cantidad de la semilla que rápidamente emergerá, minimizando las pérdidas de semilla. El tiempo estipulado para calcular el porcentaje de semillas que germinan varía con la especie y suele ser aproximadamente 1/3 del tiempo que se considera para el porcentaje del poder germinativo.¹²

2.1.6. Requerimiento hídrico. El riego en un cultivo es importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas; un análisis de los requerimientos hídricos, permite conocer la necesidad del cultivo, lo cual nos permite realizar un adecuado riego y aumentar la eficiencia de este recurso.¹³

La planta requiere una humedad relativa entre 60-70%.¹⁴

El riego se aplicó por medio de una botella plástica desinfectada, la cual tenía capacidad para contener 0.72 Litro de agua, se aplicó por goteo de forma tal que se pudiese mantener la capacidad de campo del sustrato en cada cavidad, la cual se obtuvo con 0.0166 Litro/cavidad de bandeja; de esta forma se determinó que por

¹² Medez, J. (2008). Relacion entre la tasa de imbibicion y la germinacion en la semiilla de maiz. *Universidad del Oriente*, 3-4.

¹³ Ibid., p. 25.

¹⁴ Ibid., p. 25.

bandeja completa se regó 1.2 Litros. Se realizó un riego en la mañana cada 48 horas, con el fin de que no se deshidrataran las plántulas.

Ojeda¹⁵, involucra el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum L.*), mencionan la tolerancia de diferentes variedades al déficit hídrico, la relación entre el tipo de sustrato y la disponibilidad de agua para el cultivo¹⁶, determinar la conductancia estomática y el potencial hídrico para medir el requerimiento hídrico y su importancia en el desarrollo fisiológico es una variable importante.¹⁷

Briseño, Aguilar, & Villegas, (2013) afirman que el riego de presiembra del cultivo de albahaca (*ocimum basilicum L.*), es vital en el trasplante, según en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste de México, se determinó que el suelo debe contar con una humedad del 70% para evitar problemas de desarrollo en la raíz en el momento de trasplante.

2.1.7 Tamaño de la muestra. El tamaño de la muestra es usado para determinar el grado de credibilidad que concederemos a los resultados. (Feedback networks technologies, 2001). Para calcular se presenta la siguiente formula:

$$N = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

¹⁵ Ojeda, C. M., Nieto, A., Reynaldo, I. M., Troyo, E., Ruiz, F. H., & Murillo, B. (2013). *Tolerancia al estrés hídrico en variedades de albahaca Ocimum basilicum L* (Vol. 31(2)). México: Terra Latinoamericana.

¹⁶ Martinez, A. M., Torres, J., & Campos, A. (2005). *Estudio del régimen de humedad de tres tipos de turba en la etapa de propagación de la albahaca (Ocimum basilicum L.)* (Vol. 23(1)). Bogotá: Agronomía Colombiana.

¹⁷ Barroso, L., & Jerez, E. (2000). *Comportamiento de las relaciones hídricas en la albahaca blanca (Ocimum basilicum L) al ser irrigadas con diferentes volúmenes de agua*. Bogotá, Colombia: Revista amaranto volumen III: Albahac en ambiente protegido.

$N=3.84*0.5*0.5*12/(4*11)+3.84*0.5*0.5= 10$ Tamaño de la muestra por repetición.

Nota. Fuente: (Feedback networks technologies, 2001)

N= 12 Tamaño de la población

k = 1,96 Constante de confiabilidad.

e = 2% Error muebre al deseado.

p = 0.5 Constante para la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

q =0.5 Constante de proporción de individuos que no poseen esa característica (1-p)

Según la fórmula, el tamaño de la muestra para cada repetición sería de 10 unidades experimentales, por cada una de las cinco repeticiones de cada uno de los cuatro tratamientos.

2.1.8. Tiempo y utilización para la comercialización.

2.1.8.1. Ciclo del cultivo a producción. El ciclo productivo es de 120 días, no obstante, el primer corte se puede realizar a los 90 días durante el inicio de la floración o cuando la planta se encuentre a 25cm de altura; luego, durante el transcurso del año, se pueden realizar más cortes., usualmente dos.

2.1.8.2. Usos. El cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum L*), es una especie de gran importancia dentro del grupo de hierbas aromáticas, debido a sus diversos usos; dentro de los cuales se encuentran el industrial, farmacológico y culinario.

Bonilla¹⁸, determinan que en cada una de las aplicaciones y usos industriales de la Albahaca (*Ocimum basilicum L*); corresponden a esencias, fitofármacos, jabones, cosméticos y perfumes, los usos farmacológicos corresponden al grupo más amplio, incluyendo propiedades: antiinflamatorias, antiséptica, antiespasmódica, analgésica, carminativa, diurética y rubefaciente; en la culinaria se usa como acompañante de carnes y ensaladas, y en preparación de aderezos para acompañantes de pescados crudos (sushi).

2.1.8.3. Comercialización y exportación. En Colombia, la albahaca (*Ocimum basilicum L*) se vende y se exporta en 3 diferentes productos: (i) hojas de albahaca fresca, (ii) albahaca seca y (iii) aceite esencial. Hace varios años, el precio en el mercado de las hojas frescas doblaba el del aceite esencial, alcanzando los USD \$71.1 por kg, mientras que la albahaca seca estaba alrededor de los USD \$35 kilogramo.¹⁹

Cada planta de albahaca (*Ocimum basilicum L*) produce 360 g y durante su ciclo de producción; sus rendimientos son de 18-20 ton/ha (t ha⁻¹) en fresco, en un tiempo

¹⁸Ibid., p. 21.

¹⁹ Aldana, J. C. (2015). *Albahaca: Una realidad general de la situación en Colombia*. Bogotá, Colombia: ANeIA. Obtenido de <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2015/02/21/albahaca-una-realidad-general-de-la-situacion-en-colombia/>

determinado entre 12 y 16 semanas; deshidratada, se puede obtener unas 10 ton/ha de albahaca seca y cerca de 80 kg/ha (kg ha^{-1}) de aceite esencial.²⁰

El ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en 2007, realizó estudios del total de la cosecha en hierbas aromáticas de Colombia (aprox. 849 hectáreas), determinó que el 7.18% corresponde al cultivo de albahaca, 61 hectáreas.²¹

2.2. Sustratos

El éxito de la producción de una planta de alta calidad en vivero, se encuentra influenciado por varios factores, principalmente: el sustrato, y la calidad de la semilla a sembrar.

Un sustrato es el medio usado para sembrar plantas en recipientes con un diseño limitado y que su base se halle a presión atmosférica. El recipiente puede tener dimensiones variables, desde que haya un punto fijo de altura, comparado con un suelo natural, que se encuentra aislado por la base y el drenaje. Según Burres²², un componente común en los cultivos producidos en recipiente es el volumen limitado del sustrato, que obliga a intensificar el riego y el abonado. Por otro lado, la baja altura de sustrato en el recipiente en comparación con un suelo natural es también restrictiva en la selección del medio, por tener un mayor contenido de agua retenida a bajas tensiones por la matriz del sustrato.

²⁰ Briseño, S. E., Aguilar, M., & Villegas, J. A. (2013). El cultivo de la Albahaca. Obtenido de <http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/manual-albahaca-arbitrado.pdf>

²¹ Ibid., p. 21.

²² Burres, S. (2000). Avances en xerojardinería. En S. Burres, *Avances en xerojardinería* (págs. 20-22). Reus España: Ediciones de horticultura S.L.

Según el Ministerio de agricultura, pesca y alimentación²³, la función de los sustratos de cultivo es sustituir al suelo, permitiendo el anclaje y adecuado crecimiento del sistema radicular de la planta. El suelo, factor de producción esencial en la agricultura, actúa como soporte físico de los cultivos y les proporciona los nutrientes, el aire y el agua que precisan. De ello, se desprende la importancia de definir las características físicas, químicas y biológicas de los sustratos de cultivo.

Ansorena²⁴, consideran que las propiedades más importantes del sustrato son las físicas, debido a que, si la estructura física de un sustrato es inadecuada, difícilmente podremos mejorarla una vez que se ha establecido el cultivo; por el contrario, las propiedades químicas sí pueden ser alteradas.

Teniendo claro lo que reporta Ansorena, el sustrato deberá tener una porosidad por lo menos del 70% con base en el volumen, conociendo la porosidad total que se encuentra repartida entre aquel espacio ocupado por agua y aire. Aireación y drenaje, retención de agua y bajo peso húmedo por volumen, determinado por la capacidad del recipiente o contenedor (CC).

Bowman & Paul²⁵ Expresan la importancia de las propiedades químicas al momento de plantar en un sustrato, por tanto, adiciones de ciertas enmiendas químicas y fertilizantes son necesarias previas a la plantación.

Bunt²⁶, reportó que la mayoría de los componentes orgánicos de un sustrato son ácidos y contienen niveles bajos de nutrimentos disponibles; por tanto recomienda

²³ Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. (2017). *Sustratos de cultivo*. España.

²⁴ Ansorena, J. (1994). *Sustratos, Propiedades y caracterización*. Madrid, España: Mundi-Prensa. Obtenido de <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>

²⁵ Bowman, D. C., & Paul, J. L. (1983). *Understanding of container media vital knowledge for growing successful Plants*. Costa del pacífico.

²⁶ Bunt, A. C. (1988). *Media and mixes for container-grown plants*. Gran breaña.

la adicionar cantidad suficiente de cal dolomítica al sustrato para elevar el pH a un nivel adecuado (5.5 a 6). Famhan²⁷ Indican que la cal suplirá calcio y magnesio, los cuales son esenciales para un buen crecimiento radical, estos elementos son retenidos (absorbidos) por el sustrato y son fácilmente lixiviables, por lo que quedaran disponibles a la planta por buen tiempo.

2.2.1. Sustrato: turba negra. Son materiales de origen vegetal más o menos humificados y descompuestos. Las turbas negras tienen un mayor contenido en materia orgánica y están más descompuestas que otros sustratos convencionales, al estar más mineralizadas, tienen un menor contenido en materia orgánica.

Las propiedades físicas y químicas de las turbas son muy variables en función del origen de los vegetales que las componen y del grado de descomposición en que se encuentren. En el Cuadro 2 quedan reflejadas algunas características de las turbas.

Las turbas negras fueron de los primeros sustratos que empezaron a utilizarse para cultivos comerciales. Como aspectos positivos a favor de la turba negra pueden citarse la buena capacidad de retención de agua y la buena inercia térmica. Como aspectos negativos cabe citar el que no es un producto standard, la inestabilidad de su estructura y su alta C.I.C que dificulta enormemente la nutrición.²⁸

²⁷ Farnham, D. S., Hasek, R. F., & Paul, J. L. (1985). *Water quality; Its effects on ornamental plants*. USA. Obtenido de <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>

²⁸ Burés, S. (1997). *Manejo de sustratos*. Barcelona. Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/7_MANEJO_DE_SUSTRATOS.PDF

Parámetro (Unidad de medida)	Turba negra
Densidad aparente (gr/cm)	0,076
Densidad real (gr/cm)	1,350
Espacio poroso total (Volumen en %)	94,30
Capacidad de agua (gr. Agua/100gr M.S)	1.049,00
Material solido (Volumen en %)	5,70
Aire (Volumen en %)	29,00
Agua fácilmente asimilable (Volumen en %)	33,50
Agua de reserva (Volumen en %)	6,50
Agua difícilmente asimilable (Volumen en %)	25,30

Cuadro 2. Características físicas de la turba negra.

Nota. **Fuente:**Burres²⁹

²⁹ Ibid., p. 34.

Parámetro	Valor	Unidad
PH	6,30	
Nitrógeno total	0,39	%
Fosforo total P ₂ O ₅	0,24	%
Potasio total K ₂ O	0,70	%
Calcio total CaO	1,00	%
Magnesio total MgO	0,17	%
Sodio total NaO	0,227	%
Hierro total Fe	0,190	%

Cuadro 3. Características químicas de la turba negra.

Nota. Fuente: Corbera³⁰

³⁰ Corbera, J. C. (2008). Evaluación de sustratos y aplicación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el cultivo de *Anthurium andreanum* en etapa de vivero. *departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas*, 6.

2.2.2. Sustrato: fibra de coco. El residuo de la fibra de coco como sustrato de cultivo ha sido utilizado con éxito. Su utilización en los países más avanzados es muy reciente, tal es el caso del cultivo de rosa en Colombia, la gerbera y las orquídeas en Costa Rica, (la primera cita bibliográfica es de 1949). Las razones de su utilización son sus extraordinarias propiedades físicas, su facilidad de manejo y su carácter ecológico. La turba del coco pertenece a la familia de las fibras duras como el henequén. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua.³¹

Parámetro (Unidad de medida)	Fibra de Coco
Densidad aparente (gr/cm)	0,059
Densidad real (gr/cm)	1,048
Espacio poroso total (Volumen en %)	96,1
Capacidad de agua (gr. Agua/100gr M.S)	523,00
Material solido (Volumen en %)	3,30
Aire (Volumen en %)	49,00
Agua fácilmente asimilable (Volumen en %)	19,90

Cuadro 4. Características físicas de la fibra de coco.

Nota. **Fuente:** Departamento técnico Projar S.A.³²

³¹ Paulitz, T. (2001). Biological control in greenhouse systems. En T. Paulitz, *Biological control in greenhouse systems*. (pág. 103). Phytopath 39.

³² Departamento técnico projar S.A. (6 de Agosto de 2002). *Interempresas.net*. Obtenido de Interempresas.net: <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/68605-Fibra-de-coco-como-sustrato-en-hidroponia.html>

Parámetro	Valor	Unidad
PH	5,00	
Conductividad eléctrica	2,15	Ms/cm
Nitrógeno total	0,51	%
Fosforo total P ₂ O ₅	0,20	%
Potasio total K ₂ O	0,60	%
Calcio total CaO	1,40	%
Magnesio total MgO	0,20	%
Sodio total NaO	0,187	%
Hierro total Fe	0,206	%

Cuadro 5. Características químicas de la fibra de coco.

Nota. Fuente: Nichols³³

2.2.3 Areniscas blancas. Según investigaciones de Burres³⁴ la relación entre porosidad, permeabilidad y textura en una mezcla artificial de arena, que la llamaron arena Silicatada, para determinar los valores de estos parámetros para utilizarlos en sustratos para viveros. Los valores de porosidad de este autor han servido para deducir la porosidad inicial, es decir, la que no se compacta como las areniscas.

³³ Nichols, M. (2009). Advances in coir as a growing medium. En M. Nichols, *Recent. Advances in coir as a growing medium*. (págs. 843: 333-336). Recent. Acta Hort. .

³⁴ Ibid., p. 34.

3. METODOLOGIA.

3.1. Ambiente experimental.

El trabajo se realizó en una casa de malla del vivero de la granja de la Universidad de los Llanos Unillanos, Sede Barcelona 4°07'50.1"N 73°58'37.2"W. La clasificación del clima de Koppen-Geiger es Am³⁵. Está ubicado en la región de la Orinoquia, con alturas que van desde los 430 a 500 msnm. Con una precipitación mensual promedio de 478 mm y anual de 3856 mm; temperatura promedio de 26 °C. ³⁶

La temperatura máxima en la casa malla que oscilan en promedio 29.9°C, se registran en los primeros meses del año, y los meses finales. La humedad relativa promedio es del 77.3% durante los meses de invierno y 70%, durante el verano. Horas promedio de insolación 4.34.

Se utilizó fertilización manual con una fertilizante para vivero (Fert Plant) de la marca **anasac** con una composición de: N=60.0 g/l P₂O₅=45.0 g/l K₂O 30.0 g/l B 1,3 g/l Cu 1,6 g/l Fe 1,3 g/l Mn 1,7 g/l Zn 2,4 g/l.

³⁵ Kopen, W. (2017). *Clasificacion climatica de koppen*. Colombia: Wikipedia. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen

³⁶ Climate date, o. (2017). *Clima: Villavicencio*. Villavicencio, Colombia. Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/5327/>

3.1.1. Condiciones de trasplante. Según Barreño³⁷ las dos características más utilizadas para el trasplante a sitio definitivo de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*), son tener dos pares de hojas verdaderas o quince centímetros de altura.

3.2. Hipótesis.

Se espera obtener plántulas de albahaca (*Ocimum basilicum L.*), para ser trasplantadas a sitio definitivo con características deseables de 15 cm de altura y dos pares de hojas; en un tiempo no mayor a 30 días después de la siembra en el sustrato de turba negra.

³⁷ Ibíd., P. 26.

4. TRATAMIENTOS.

Se evaluó la propagación de albahaca (*Ocimum basilicum L*), variedad Genovesa.

Con cuatro sustratos diferentes, fibra de coco, arena Silicatada, sustrato artesanal y turba negra; cada tratamiento con 5 repeticiones, se emplearon bandejas de polietileno de 72 cavidades con un calibre de 55", medidas laterales 4cmx4cm con una profundidad de 6 cm y un volumen 50 cm³.

Tratamiento	Sustrato	Característica
1	Fibra de Coco	92% MO/Fibra de Coco
2	Arena Silicatada	Arena enriquecida con silicio
3	Sustrato Artesanal	Cascarilla de Arroz/ Tierra/MO/DAP/Urea/Agroquímicos para la desinfección. (Foto 333)
4	Turba Negra	T. sphagnum canadiense (fina granulación 90-95 %/Vol.)

Cuadro 6. Sustratos Evaluados en la práctica de la tesis.

Nota. Fuente: Autores

5. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se aplicó un diseño en bloques secuenciales (ver figura 1), donde se evaluó cuatro tratamientos (sustratos), cada uno con cinco repeticiones, siendo un total de 20 bandejas. Cada repetición contó con 72 cavidades (plantas), para la suma de 1440 plantas esperadas y una muestra experimental de 10 unidades por repetición de cada tratamiento para el manejo de las variables dependientes. Por decisión de los autores, se determinó trabajar con 12 unidades experimentales por repetición, para aumentar la confiabilidad de los resultados y llevar una frecuencia de ocho días para la toma de datos. Ver figura 2

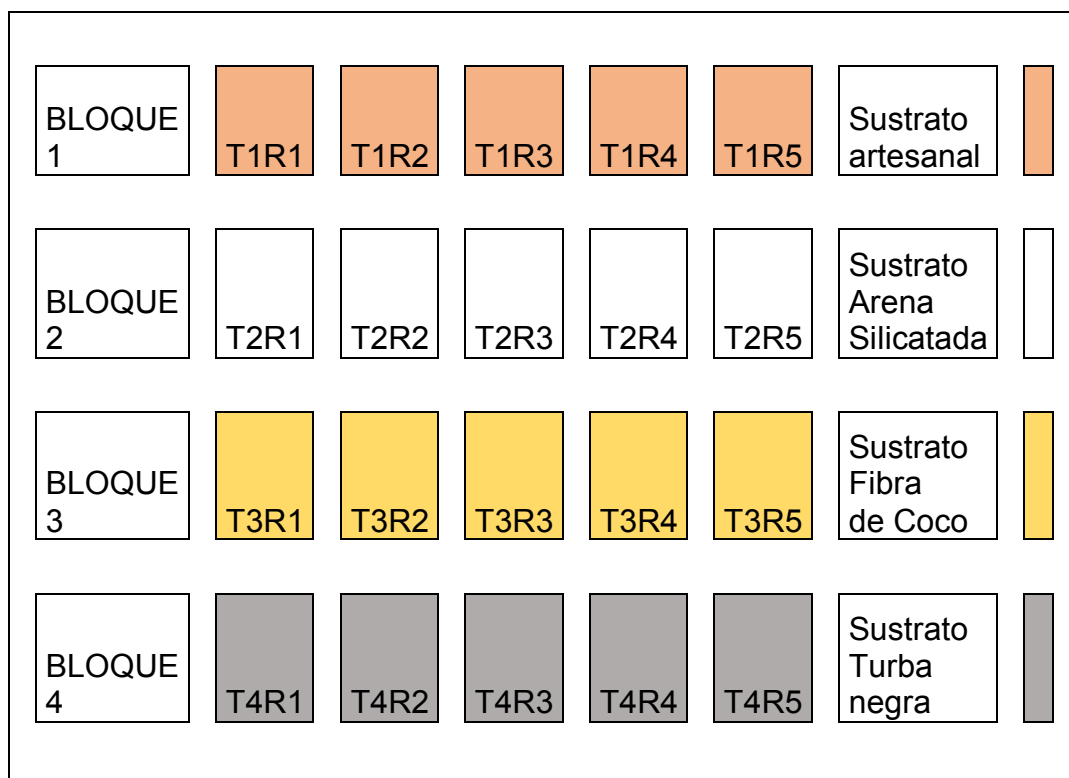


Figura 1. Diseño de bloques secuenciales utilizados.

Nota: Fuente: Autores

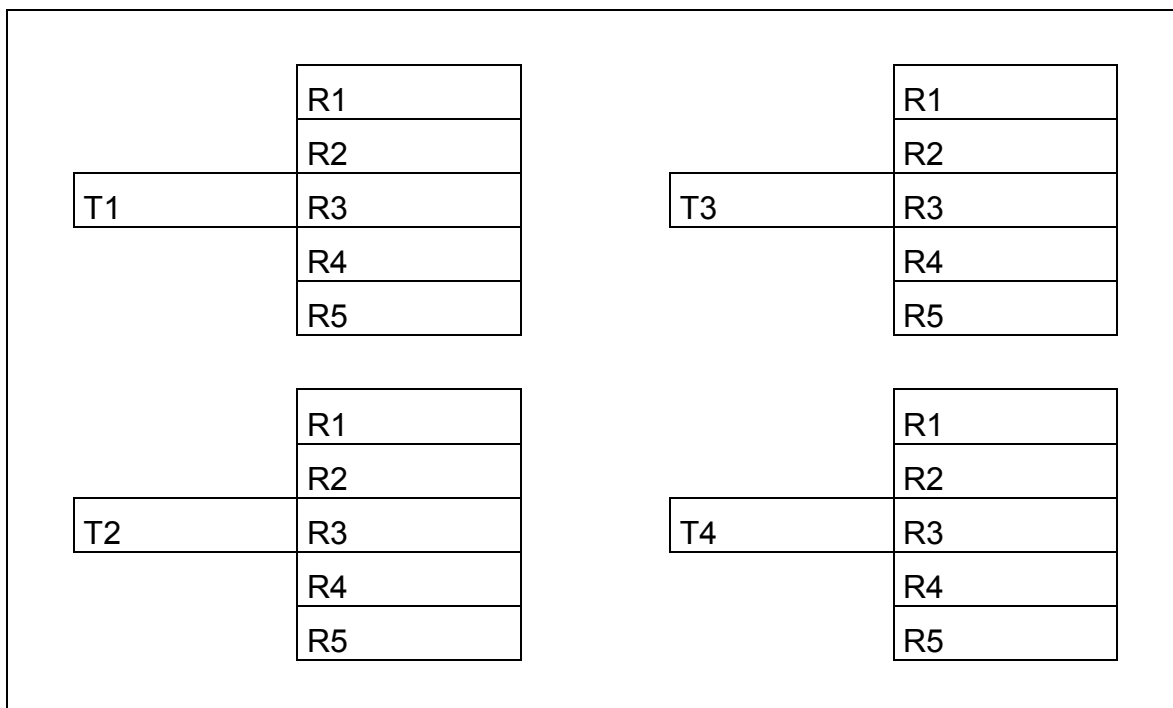


Figura 2. Tratamientos y sus repeticiones.

Nota:

Fuente: Autores.

5.1. Análisis Estadístico.

Se utilizó el programa InfoStat versión 2017 para realizar el análisis de varianza entre las variables, utilizando el método de comparación de Duncan, y un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

$Y_{ij} = R_i + T_i + e_{ij}$ Modelo estadístico utilizado fue lineal.

6. VARIABLES A ANALIZAR.

6.1. Variable dependiente.

- I. Numero de pares de hojas.
- II. Altura en cm. (toma en cm desde la base de la planta hasta el inicio del par de hojas con mayor altura)
- III. Número de plantas emergidas % germinación.
- IV. Número de plantas deformes.
- V. Vigor germinativo.

6.2. Variable independiente.

- I. Sustratos Fibra de coco, arena Silicatada, sustrato artesanal y turba negra.

6.3. Variables intervinientes.

- I. Luz. (4500 Kw/m² día) Atlas³⁸

³⁸ Atlas. (07 de 2018). *Atlas*. Obtenido de Atlas: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

- II. Agua. (Agua sin tratar proveniente de fuente hídrica)
- III. Nutrientes. (Fert Plant) de **anasac**
 - IV. Temperatura. (promedio de 28°C M_{ax} & 20°C M_{in}) National centers for evaironmental information³⁹
- V. La semilla Variedad Genovesa. (Sugerencia del vendedor de la semilla procedente de Impulsemilla S.A). ver foto 1 y 2.

³⁹ National centers for evaironmental information. (07 de 2018). *National centers for evaironmental information*. Obtenido de National centers for evaironmental information: <https://www.ncdc.noaa.gov/>

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Porcentaje germinativo de albahaca (*Ocimum basilicum* L), hasta los 11 días después de la siembra.

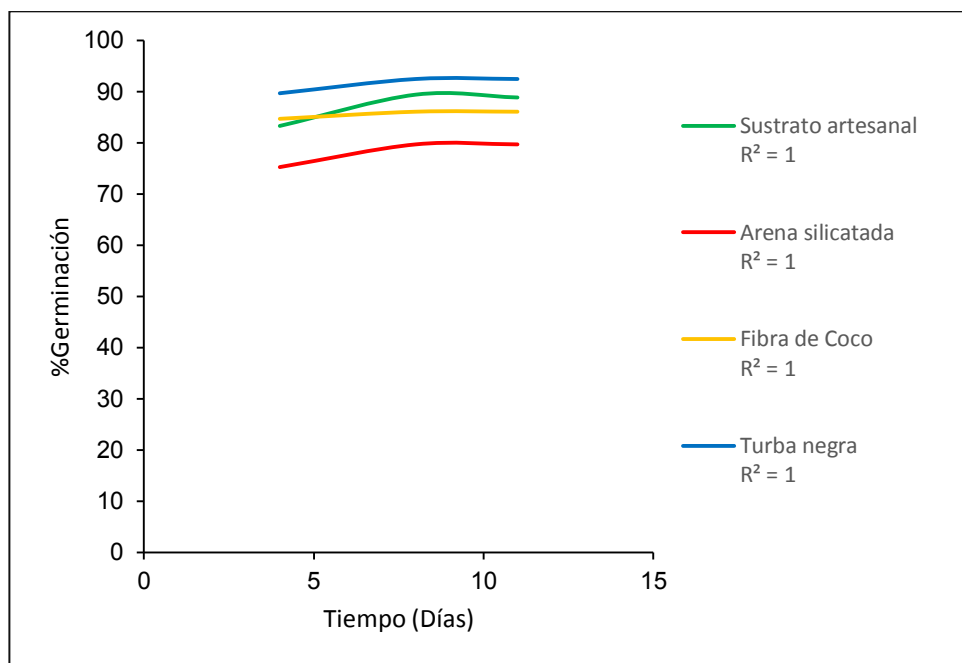
TRATAMIENTO	%Germ. (1)	4dds* %Germ. (2)	8dds* %Germ. (3)	11dds*
Sustrato artesanal	83,33 b	89,44 bc	88,89 bc	
Arena Silicatada	75,28 a	79,72 a	79,72 a	
Fibra de Coco	84,72 bc	86,11 b	86,11 b	
Turba negra	89,72 c	92,50 c	92,50 c	

Nota. Fuente: Autores

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5%. Según prueba de comprobación de medidas por el método de DUNCAN.

dds*: Días después de la siembra.

Gráfica 1. Porcentaje germinativo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.).



Nota. Fuente: Autores

Los porcentajes de germinación de cada sustrato tuvieron diferencias entre ellos. La toma de datos evaluados se realizó a partir de los 4 días hasta los 11 días y se representa en la tabla 1 y la gráfica 1. Se observó que la primera medición (4 días), la Fibra de Coco y la Turba negra, obtuvieron los mayores porcentajes de germinación de 84,72% y 89,72%, presentaron diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento del Sustrato artesanal y diferencias estadísticamente muy significativas con el tratamiento de Arena Silicatada. Se observa en la medición dos (8 días) y la medición tres (11 días) La Turba negra tuvo un mayor porcentaje de germinación de 92,50% presentando diferencias estadísticamente significativas con el Sustrato artesanal y la Fibra de Coco y diferencias estadísticamente muy significativas con la Arena Silicatada.

Aunque el punto de partida de la germinación es la imbibición, tomamos el poder germinativo con base a la emergencia tan pronto la plúmula apareció, es importante resaltar el tipo de germinación que es epigea, adicional a esto es posible que algunas semillas no pudieron salir por factores físicos como la profundidad de siembra o algún obstáculo del mismo sustrato.

Tabla 2. Vigor germinativo de la semilla de albahaca a los 5 días después de la siembra.

Sustrato	Vigor Germinativo E/100 (%)					Promedio
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5	
Artesanal	77,77	83,33	88,88	81,94	84,72	83,33
Arena Silicatada	81,94	68,05	79,16	76,38	70,83	75,27
Fibra de Coco	90,27	86,11	84,72	83,33	79,16	84,72
Turba negra	88,88	90,27	94,44	86,11	88,88	89,72

Nota. Fuente: Autores

El vigor germinativo representado en la tabla 2 lo relacionamos con la información suministrada por el proveedor de las semillas que se trabajaron (Impulse semillas S.A.) “las semillas deben de germinar en su totalidad a los 15 días después de la siembra” nos permite comprobar que la evaluación de todos los sustratos indica un muy alto vigor germinativo, referenciándonos en el teórico según

Mendez⁴⁰ de 66%. Destacando la superioridad de la fibra de Coco, y descartando que la arena Silicatada pudiese tener problemas en la germinación y atribuyéndolos principalmente a la retención hídrica y de nutrientes de este sustrato.

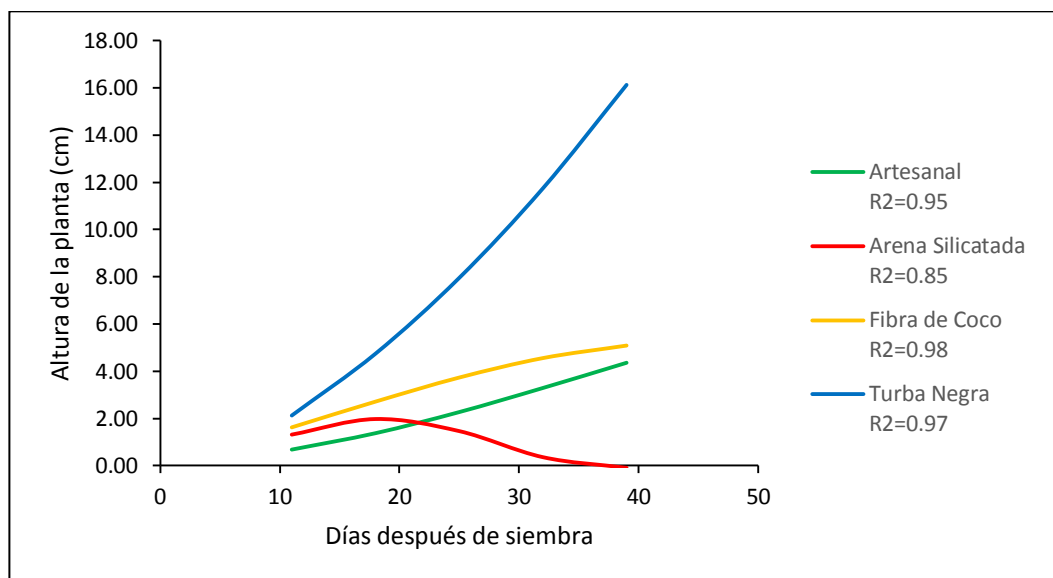
Tabla 3. Altura de plántulas de albahaca (*Ocimum basilicum* L), hasta los 39 días después de la siembra.

	Altura (cm)	Altura (cm)	Altura (cm)	Altura (cm)	Altura (cm)
TRATAMIENTO	11dds*	18dds*	25dds*	32dds*	39dds*
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Sustrato artesanal	0,99 a	1,42 a	3,09 b	3,97 b	5,29 b
Arena Silicatada	1,49 b	1,61 b	1,87 a	0,00 a	0,00 a
Fibra de Coco	2,00 c	2,93 c	4,29 c	4,97 c	5,25 b
Turba negra	2,00 c	4,95 d	7,57 d	13,56 d	16,06 c

Nota. Fuente: Autores.

⁴⁰ Ibid., P. 28.

Gráfica 2. Altura de plántulas de albahaca (*Ocimum basilicum* L).



Nota. Fuente: Autores.

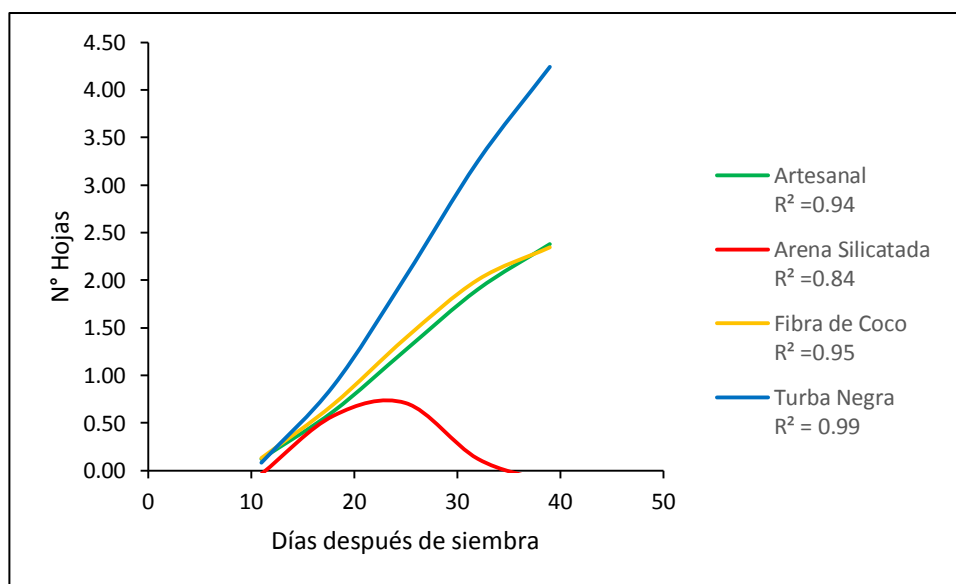
Los sustratos evaluados presentaron diferentes alturas siendo la turba negra la de mayor crecimiento. En la tabla 3 y grafica 2, Se observó que la primera medición (11 días), la Fibra de Coco y la Turba negra, presentaron la mayor altura de 2,00cm, presentaron diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento de Arena Silicatada y diferencias estadísticamente muy significativas con el tratamiento del Sustrato artesanal. Se observó en la segunda medición (18 días), la Turba negra presento la mayor altura 4,95cm, presentando diferencias estadísticamente significativas con la Fibra de Coco, Arena Silicatada y el Sustrato artesanal respectivamente. Situación similar ocurrió en la medición tres (25 días) y la medición cuatro (32 días). Se observó en la medición cinco (39 días), la Turba negra presenta la mayor altura 16,06 cm, presentando diferencias estadísticamente significativas con los otros tratamientos evaluados.

Tabla 4. Número de pares de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum* L), hasta los 39 días después de la siembra.

	N. P	Hojas	N. P	Hojas	N. P	Hojas	N. P	Hojas
TRATAMIENTO	18dds*		25dds*		32dds*		39dds*	
	(1)		(2)		(3)		(4)	
Sustrato artesanal	1,00 b		1,15 b		2,15 b		2,47 b	
Arena silicatada	0,48 a		0,87 a		0,00 a		0,00 a	
Fibra de Coco	1,00 b		1,18 b		2,15 b		2,35 b	
Turba negra	1,00 b		2,08 c		3,22 c		4,30 c	

Nota. Fuente: Autores

Gráfica 3. Número de pares de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum* L).



Nota. Fuente: Autores.

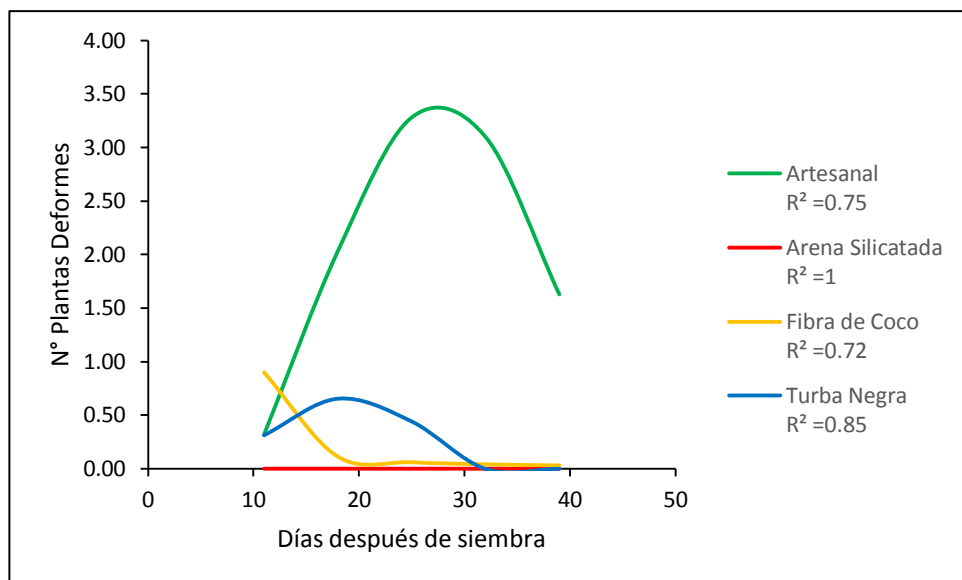
El número de pares de hojas son representados en la tabla 4 y grafica 3, Se observó que la primera medición (18 días), Arena Silicatada, la Fibra de Coco y la Turba negra, presentaron el mayor número de pares de hojas de 1,00, presentaron diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento del Sustrato artesanal. Se observó en la segunda medición (25 días), la Turba negra presento el mayor número de pares de hojas 2,08, presentando diferencias estadísticamente significativas con la Fibra de Coco y el Sustrato artesanal y diferencias estadísticamente muy significativas con el tratamiento de Arena Silicatada. Se observó en la tercera medición (32 días) y la cuarta medición (39 días), la Turba negra presento el mayor número de pares de hojas 3,22 y 4,30 presentando diferencias estadísticamente significativas con los otros tratamientos evaluados.

Tabla 5. Número de plantas deformes de albahaca (*Ocimum basilicum* L), hasta los 39 días después de la siembra.

TRATAMIENTO	P. 18dds* (1)	Deform. 25dds* (2)	P. 32dds* (3)	Deform. 39dds* (4)
Sustrato artesanal	2,60 c	3,00 b	3,00 b	1,40 b
Arena Silicatada	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Fibra de Coco	1,00 b	0,60 a	0,20 a	0,00 a
Turba negra	0,60 ab	0,60 a	0,20 a	0,00 a

Nota. Fuente: Autores.

Gráfica 4. Número de plantas deformes de albahaca (*Ocimum basilicum* L).



Nota. Fuente: Autores.

El número de plantas deformes que se puedan presentar en un sustrato es un factor no deseado para la propagación de ninguna especie vegetal, los factores físicos son los más importantes a tener en cuenta para mitigar este problema, en la tabla 5 y grafica 4 Se observó que la primera medición (18 días), el Sustrato artesanal, presento el mayor número de plantas deformes de 2,60, presentaron diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento de Fibra de Coco y diferencias estadísticamente muy significativas con los otros tratamientos evaluados. Se observó en las tres siguientes mediciones que el Sustrato artesanal tuvo el mayor número de plantas deformes 3,00 y 1,40 presentando diferencias estadísticamente significativas con los otros tratamientos evaluados.

Se corrobora lo que dice (Perez & Pita, 2008), pues las semillas dan lugar a la germinación cuando pasan por el proceso de imbibición y finaliza con la emergencia

del eje embrionario, pero tomando el criterio agronómico; la germinación finalizó cuando se desarrolló una planta normal.

Bewley⁴¹ mencionaron que: “la longitud de elongacion del eje embrionario dependia de ciertas propiedades inherentes de la semilla con respecto al contenido de substractos hidratables, permeabilidad de la cubierta de la semilla, absorcion de oxigeno, tamaño de la semilla, etc., y de las condiciones durante la exposicion al agua como el nivel de humedad, la composicion del sustrato, temperatua, etc”. Lo que nos permite corroborar porqué la turba, la fibra de coco y el sustrato artesanal, tuvieron una mayor elongacion inicial del eje embrionario, con respecto a la arena silicatada; pues tal como se mencionó por (Bewley et al. 1983), el nivel de humedad es una condicion importante durante la exposicion de la semilla al agua para el desarrollo de una buena elongación, y como la arena silicata posee una percolación mayor respecto a los demás sustratos, su humedad sería la menor de todos, lo que no le permitia a la semilla estar en contacto con el agua para la toma de ella durante un tiempo suficiente.

Se corroboró la hipótesis, gracias a que la turba negra en los primeros 26 dias alcanzó las dos características deseables propuestas por Barreño⁴² esto efecto de las características fisico quimicas del sustrato propuesto para esta hipótesis.

⁴¹ Bewley, J. D., & Black, M. (1983). Physiology and Biocemistry of Seeds in relation to germination. *Development, germination and growth*, 1, 306.

⁴² Ibid., p. 40.

8. CONCLUSIONES

El poder germinativo de todos los sustratos es alto para propagar plántulas en condiciones controladas, con la diferencia que en la turba negra, la germinación es mucho más rápida que en los otros sustratos evaluados, porque las características físicas y químicas de este sustrato permitió que la semilla se expresara en su máximo potencial.

La turba negra y la fibra de coco presentaron un bajo número de plantas deformes y la arena Silicatada no presentó plantas deformes. Es importante aclarar “que la deformación de las plantas en condiciones controladas como las de este trabajo se presentan por características físicas como: profundidad de siembra o materiales que obstruyen el desarrollo de la plántula.

El mayor número de hojas y el crecimiento más acelerado se observó en la turba, siendo el mejor sustrato de los cuatro evaluados. Las principales razones de esta afirmación son: 1). Por ser un sustrato con minerales nutritivos incorporados el cual permite que la plántula los aproveche inmediatamente al dejar de nutrirse del tejido nutritivo de la semilla. 2). La porosidad de la turba fue la más adecuada para el crecimiento del sistema radicular de la planta. Estas características fueron las más favorables para el desarrollo de la plántula en condiciones controladas.

Algunos productores prefieren plántulas para pasar al sitio definitivo con dos pares de hojas verdaderas (Generalidades de las plantas aromática, 2011) la turba negra cumple este requisito a los 24 días mientras que los demás sustratos tardan más de 32 días, lo que significaría un ahorro de ocho días en el proceso.

9. RECOMENDACIONES

La turba negra tuvo un porcentaje de germinación de 89%, pero la fibra de coco fue igual al sustrato artesanal y muy similar a la turba negra, esto nos permite concluir con base a la información de los autores, que la fibra de coco es una alternativa prometedora para la propagación en la ciudad de Villavicencio, pero se sugiere realizar un estudio económico de costos de cada sustrato.

Aunque la arena Silicatada dio los porcentajes más bajos de germinación se puede evaluar en mezclas con otros sustratos.

La arena Silicatada es un sustrato con buenas propiedades para la germinación de la semilla, siempre y cuando se haga un adecuado manejo de la humedad en la frecuencia de riego, este aspecto amerita la realización de otros trabajos que permitan la comprobación.

Las propiedades de la fibra de coco finamente cortada se manifiesta como un buen sustrato que igualmente puede ser utilizado en la germinación de muchas otras especies.

10. ANEXOS.

10.1. Evidencia fotográfica.



Foto 1. Semillas de albahaca (*Ocimum basilicum* L) utilizadas en la práctica de la tesis. Fuente: **Autores**.



Foto 2. Características de las semillas de albahaca (*Ocimum basilicum* L) utilizadas en la práctica de la tesis. Fuente: **Autores**.



Foto 3. Insumos utilizados para la desinfección del sustrato artesanal. Fuente: **Autores**



Foto 4. Integrante de la tesis Heri Rico preparando la mezcla para desinfestar el sustrato artesanal. **Fuente:** Autores.



Foto 5. Instalaciones donde se realizó la práctica de la tesis. **Fuente:** Autores.



Foto 6. Integrante de la tesis Jorge Alvarez sembrando semillas de albahaca (*Ocimum basilicum* L). **Fuente:** Autores



Foto 7. Integrante de la tesis Heri Rico sembrando semillas de albahaca (*Ocimum basilicum* L). **Fuente:** Autores.



Foto 8. Germinación de la semilla de albahaca (*Ocimum basilicum* L) en el sustrato Arena Silicatada. **Fuente:** Autores.



Foto 9. Germinación de la semilla de albahaca (*Ocimum basilicum* L) en el sustrato Fibra de Coco. **Fuente:** Autores.



Foto 10. Germinación de la semilla de albahaca (*Ocimum basilicum* L) en el sustrato Turba negra. **Fuente:** Autores.



Foto 11. Instalaciones donde se realizó la práctica de la tesis con el máximo poder germinativo alcanzado. **Fuente:** Autores.



Foto 12. Bandeja con sustrato de Turba negra 11 días después de la siembra. **Fuente:** Autores.



Foto 13. Bandeja con sustrato de Turba negra 18 días después de la siembra.
Fuente: Autores.



Foto 14. Aparición del primer par de hojas verdaderas. Fuente: Autores.



Foto 15. Aparición del segundo par de hojas verdaderas. **Fuente:** Autores.



Foto 16. Bandeja con sustrato de Turba negra 25 días después de la siembra.
Fuente: Autores.



Foto 17. Planta de albahaca (*Ocimum basilicum* L) con deformación. **Fuente:** Autores



Foto 18. Aparición del tercer par de hojas verdaderas. **Fuente:** Autores.



Foto 19. Sustrato Arena Silicatada con todas las plantas muertas. **Fuente:** Autores.



Foto 20. Bandeja con sustrato de Turba negra 32 días después de la siembra.

Fuente: Autores.

10.2. Análisis de la varianza.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
Alt.1	20	1,00	0,99	2,24

Alt*: Altura de medición de la planta.

Tabla 6. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	3,51	7	0,50	380,30	<0,0001
Tratamientos	3,51	3	1,17	885,94	<0,0001
Repeticiones	0,01	4	1,4E-03	1,07	0,4124
Error	0,02	12	1,3E-03		
<u>Total</u>	<u>3,53</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0013 gl: 12

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
1,00	0,99	5	a
2,00	1,49	5	b
3,00	2,00	5	c
4,00	2,00	5	c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0013 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
2,00	1,60	4	a
3,00	1,61	4	a
4,00	1,62	4	a
5,00	1,63	4	a
1,00	1,65	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
Alt.2	20	1,00	1,00	2,12

Tabla 7. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	39,70	7	5,67	1701,63	<0,0001
Tratamientos	39,66	3	13,22	3967,18	<0,0001
Repeticiones	0,03	4	0,01	2,47	0,1008
Error	0,04	12	3,3E-03		
<u>Total</u>	<u>39,74</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0033 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
1,00	1,42	5	a
2,00	1,61	5	b
3,00	2,93	5	c
4,00	4,95	5	d

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0033 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	
3,00	2,66	4	a
4,00	2,71	4	a b
2,00	2,75	4	a b
1,00	2,76	4	b
5,00	2,77	4	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt.3	20	0,99	0,99	5,59

Tabla 8. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	90,18	7	12,88	233,50	<0,0001
Tratamientos	89,94	3	29,98	543,41	<0,0001
Repeticiones	0,24	4	0,06	1,07	0,4128

Error	0,66	12	0,06
<u>Total</u>	<u>90,84</u>	<u>19</u>	

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0552 gl: 12

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
2,00	1,87	5	a
1,00	3,09	5	b
3,00	4,29	5	c
4,00	7,57	5	d

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0552 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
2,00	4,02	4	a
5,00	4,19	4	a
3,00	4,22	4	a
1,00	4,24	4	a
4,00	4,36	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
Alt.4	20	1,00	0,99	6,42

Tabla 9. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	489,52	7	69,93	536,77	<0,0001
Tratamientos	489,17	3	163,06	1251,56	<0,0001
Repeticiones	0,35	4	0,09	0,67	0,6239
Error	1,56	12	0,13		
<u>Total</u>	<u>491,09</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,1303 gl: 12

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
2,00	0,00	5	a
1,00	3,97	5	b
3,00	4,97	5	c
4,00	13,56	5	d

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,1303 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
3,00	5,46	4	a
2,00	5,53	4	a
5,00	5,60	4	a
4,00	5,70	4	a
1,00	5,84	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt.5	20	1,00	0,99	6,71

Tabla 10. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	684,57	7	97,80	491,22	<0,0001
Tratamientos	683,31	3	227,77	1144,07	<0,0001
Repeticiones	1,26	4	0,32	1,58	0,2413
Error	2,39	12	0,20		
<u>Total</u>	<u>686,96</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,1991 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
2,00	-8,9E-16	5	a
3,00	5,25	5	b
1,00	5,29	5	b
4,00	16,06	5	c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,1991 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
2,00	6,23	4	a
4,00	6,50	4	a
1,00	6,80	4	a
3,00	6,84	4	a
5,00	6,88	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
N.Hojas.1	20	0,96	0,93	7,10

N hojas*: Numero de pares de hojas.

Tabla 11. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	1,02	7	0,15	38,00	<0,0001
Tratamientos	1,00	3	0,33	87,34	<0,0001
Repeticiones	0,02	4	3,8E-03	1,00	0,4449
Error	0,05	12	3,8E-03		
<u>Total</u>	<u>1,06</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0038 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
2,00	0,48	5	a
4,00	1,00	5	b
3,00	1,00	5	b
1,00	1,00	5	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0038 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	
3,00	0,83	4	a
5,00	0,85	4	a
4,00	0,88	4	a
1,00	0,88	4	a
2,00	0,92	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N.Hojas.2	20	0,99	0,98	5,31

Tabla 12. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	4,22	7	0,60	122,60	<0,0001
Tratamientos	4,18	3	1,39	283,10	<0,0001
Repeticiones	0,04	4	0,01	2,22	0,1276
Error	0,06	12	4,9E-03		

<u>Total</u>	<u>4,28</u>	<u>19</u>
--------------	-------------	-----------

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0049 gl: 12

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
2,00	0,87	5	a
1,00	1,15	5	b
3,00	1,18	5	b
4,00	2,08	5	c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0049 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
5,00	1,27	4	a
4,00	1,29	4	a b
2,00	1,29	4	a b
1,00	1,35	4	a b
3,00	1,40	4	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
N.Hojas.3	20	1,00	0,99	4,81

Tabla 13. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	27,37	7	3,91	478,97	<0,0001
Tratamientos	27,33	3	9,11	1116,26	<0,0001
Repeticiones	0,03	4	0,01	1,00	0,4451
Error	0,10	12	0,01		
<u>Total</u>	<u>27,47</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0082 gl: 12

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
2,00	0,00	5	a
3,00	2,15	5	b
1,00	2,15	5	b
4,00	3,22	5	c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0082 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
2,00	1,83	4	a
1,00	1,83	4	a
5,00	1,90	4	a
4,00	1,90	4	a
3,00	1,94	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N.Hojas.4	20	0,99	0,99	7,64

Tabla 14. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	46,67	7	6,67	219,85	<0,0001
Tratamientos	46,59	3	15,53	512,17	<0,0001
Repeticiones	0,08	4	0,02	0,62	0,6579
Error	0,36	12	0,03		
<u>Total</u>	<u>47,03</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0303 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
2,00	0,00	5	a
3,00	2,35	5	b
1,00	2,47	5	b
4,00	4,30	5	c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0303 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
1,00	2,17	4	a
4,00	2,27	4	a
2,00	2,29	4	a
5,00	2,33	4	a
3,00	2,33	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
P.Deform.1	20	0,83	0,73	56,34

P Deform*: Número de plantas deformes presentadas.

Tabla 15. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	20,75	7	2,96	8,47	0,0008
Tratamientos	18,55	3	6,18	17,67	0,0001
Repeticiones	2,20	4	0,55	1,57	0,2446
Error	4,20	12	0,35		
<u>Total</u>	<u>24,95</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,3500 gl: 12

Tratamientos	Medias	n		
2,00	-2,2E-16	5	a	
4,00	0,60	5	a	b
3,00	1,00	5		b
1,00	2,60	5		c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,3500 gl: 12

Repeticiones	Medias	n		
4,00	0,50	4	a	
3,00	1,00	4	a	b
2,00	1,00	4	a	b
1,00	1,25	4	a	b
5,00	1,50	4		b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P.Deform.2	20	0,86	0,77	59,60

Tabla 16. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	28,25	7	4,04	10,30	0,0003
Tratamientos	26,55	3	8,85	22,60	<0,0001
Repeticiones	1,70	4	0,42	1,09	0,4069

Error	4,70	12	0,39
<u>Total</u>	<u>32,95</u>	<u>19</u>	

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,3917 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
2,00	-4,4E-16	5	a
4,00	0,60	5	a
3,00	0,60	5	a
1,00	3,00	5	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,3917 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	
4,00	0,75	4	a
2,00	0,75	4	a
3,00	1,00	4	a
5,00	1,25	4	a
1,00	1,50	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P.Deform.3	20	0,92	0,88	56,83

Tabla 17. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	33,75	7	4,82	20,66	<0,0001
Tratamientos	30,95	3	10,32	44,21	<0,0001
Repeticiones	2,80	4	0,70	3,00	0,0625
Error	2,80	12	0,23		
Total	36,55	19			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,2333 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	
2,00	1,1E-16	5	a
4,00	0,20	5	a
3,00	0,20	5	a
1,00	3,00	5	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,2333 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	
4,00	0,50	4	a
2,00	0,50	4	a

3,00	0,75	4	a	b
5,00	1,00	4	a	b
1,00	1,50	4		b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
P.Deform.4	20	0,77	0,64	127,78

Tabla 18. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	8,15	7	1,16	5,82	0,0040
Tratamientos	7,35	3	2,45	12,25	0,0006
Repeticiones	0,80	4	0,20	1,00	0,4449
Error	2,40	12	0,20		
<u>Total</u>	<u>10,55</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,2000 gl: 12

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
4,00	-1,1E-16	5	a
2,00	5,6E-17	5	a
3,00	1,1E-16	5	a
1,00	1,40	5	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,2000 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	
4,00	0,00	4	a
3,00	0,25	4	a
5,00	0,50	4	a
1,00	0,50	4	a
2,00	0,50	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
%Germ.1	20	0,75	0,61	4,97

%Germ*: Numero de plantas germinadas en porcentaje.

Tabla 19. *Análisis de la Varianza (SC Tipo III).*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	632,98	7	90,43	5,27	0,0061
Tratamientos	538,06	3	179,35	10,45	0,0012
Repeticiones	94,91	4	23,73	1,38	0,2975
Error	205,90	12	17,16		
<u>Total</u>	<u>838,87</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 17,1582 gl: 12

Tratamientos	Medias	n		
2,00	75,28 5	a		
1,00	83,33 5		b	
3,00	84,72 5		b	c
4,00	89,72 5			c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 17,1582 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	
5,00	80,90 4	a	
4,00	81,94 4	a	
2,00	81,95 4	a	
1,00	84,72 4	a	
3,00	86,81 4	a	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%Germ.2	20	0,69	0,51	4,91

Tabla 20. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	488,84	7	69,83	3,83	0,0202

Tratamientos	449,72	3	149,91	8,23	0,0030
Repeticiones	39,13	4	9,78	0,54	0,7116
Error	218,67	12	18,22		
<u>Total</u>	<u>707,51</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 18,2222 gl: 12

Tratamientos	Medias	n		
2,00	79,72 5	a		
3,00	86,11 5		b	
1,00	89,44 5		b	c
4,00	92,50 5			c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 18,2222 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	
2,00	85,07 4	a	
5,00	86,11 4	a	
4,00	86,46 4	a	
3,00	88,20 4	a	
1,00	88,89 4	a	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

%Germ.3 20 0,70 0,52 4,87

Tabla 21. Análisis de la Varianza (SC Tipo III).

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	490,04	7	70,01	3,92	0,0186
Tratamientos	437,02	3	145,67	8,16	0,0031
Repeticiones	53,02	4	13,26	0,74	0,5810
Error	214,15	12	17,85		
<u>Total</u>	<u>704,19</u>	<u>19</u>			

Nota. Fuente: Autores

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 17,8456 gl: 12

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>
2,00	79,72 5	a
3,00	86,11 5	b
1,00	88,89 5	b c
4,00	92,50 5	c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Duncan Alfa: 0,05

Error: 17,8456 gl: 12

<u>Repeticiones</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>
2,00	84,38 4	a
4,00	85,77 4	a

5,00	86,81 4	a
3,00	88,20 4	a
<u>1,00</u>	<u>88,89 4</u>	<u>a</u>

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,0$)

11. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, J. F., Hernández, J. E., Naranjo, E., Parra, A., & Castillo, B. (2010). *Innovación y desarrollo para la exportación. Albahaca*. Bogotá D.C, Colombia: Opciones Gráficas Editores Ltda.
- Aldana, J. C. (2015). *Albahaca: Una realidad general de la situación en Colombia*. Bogotá, Colombia: ANeIA. Obtenido de <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2015/02/21/albahaca-una-realidad-general-de-la-situacion-en-colombia/>
- Ansorena, J. (1994). *Sustratos, Propiedades y caracterización*. Madrid, España: Mundi-Prensa. Obtenido de <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>
- Atlas. (07 de 2018). *Atlas*. Obtenido de Atlas: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- Bareño, P. (2006). *Últimas tendencias en hierbas aromáticas*. Bogota: Produmedios. Obtenido de Agroecología de la albahaca.
- Bareño, P. (2006). Últimas tendencias en hierbas aromáticas culinarias para exportación en fresco. Curso de extensión. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. En P. Bareño. Bogotá. D.C.: Editorial Produmedios.
- Barroso, L., & Jerez, E. (2000). *Comportamiento de las relaciones hídricas en la albahaca blanca (Ocimum basilicum L) al ser irrigadas con diferentes volúmenes de agua*. Bogotá, Colombia: Revista amaranto volumen III: Albahac en ambiente protegido.
- Bewley, J. D., & Black, M. (1983). Physiology and Biocemistry of Seeds in relation to germination. *Development, germination and growth*, 1, 306.

- Bonilla, C. R., Villamil, J. A., & Robles, L. (2011). *Cartillas del Corredor. Cultivando su futuro: Albahaca, Ocimum basilicum L.* Bogotá D.C, Colombia: EPE Medios Ltda.
- Bowman, D. C., & Paul, J. L. (1983). *Understanding of container media vital knowledge for growing successful Plants.* Costa del pacífico.
- Briseño, S. E., Aguilar, M., & Villegas, J. A. (2013). El cultivo de la Albahaca. Obtenido de <http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/manual-albahaca-arbitrado.pdf>
- Bunt, A. C. (1988). *Media and mixes for container-grown plants.* Gran bretaña.
- Burés, S. (1997). *Manejo de sustratos.* Barcelona. Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/7_MANEJO_DE_SUSTRATOS.PDF
- Burres, S. (2000). Avances en xerojardineria. En S. Burres, *Avances en xerojardineria* (págs. 20-22). Reus españa: Ediciones de horticultura S.L.
- Climate date, o. (2017). *Clima: Villavicencio.* Villavicencio, Colombia. Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/5327/>
- Corbera, J. C. (2008). Evaluación de sustratos y aplicación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el cultivo de Anthurium andreanum en etapa de vivero. *departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas*, 6.
- Corporación colombia internacional. (2007). *Canasta de oroductos del Plan Hortícola Nacional. Plan Hortícola Nacional.* Bogota Colombia: PHN. Corporación.
- Davoli, M. G. (22 de 09 de 2018). *Elicriso.it.* Obtenido de Las plantas aromáticas: http://www.elicriso.it/es/plantas_aromaticas/albahaca/

- Departamento técnico projar S.A. (6 de Agosto de 2002). *Interempresas.net*.
Obtenido de Interempresas.net:
<http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/68605-Fibra-de-coco-como-sustrato-en-hidroponia.html>
- Expediciones botánicas siglo XXI. (02 de Diciembre de 2009). *Asesoría y acompañamiento de herbario virtual*. Obtenido de Asesoría y acompañamiento de herbario virtual:
http://aplicaciones2.colombiaaprende.edu.co/concursos/expediciones_botanicas/archivos/HV-366.pdf
- Farnham, D. S., Hasek, R. F., & Paul, J. L. (1985). *Water quality; Its effects on ornamental plants*. USA. Obtenido de
<https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>
- Feedback networks technologies. (2001). *Experiencia (Calcular la muestra correcta)*.
- Generalidades de las plantas aromática. (2011). *Albahaca en Colombia*.
- Internacional, corporación colombiana. (2007). *Canasta de productos del Plan Hortícola Nacional. Plan Hortícola Nacional - PHN*. Bogotá D.C, Colombia.
- Kopen, W. (2017). *Clasificación climática de Kopen*. Colombia: Wikipedia. Obtenido de
https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen
- Martínez, A. M., Torres, J., & Campos, A. (2005). *Estudio del régimen de humedad de tres tipos de turba en la etapa de propagación de la albahaca (Ocimum basilicum L.)* (Vol. 23(1)). Bogotá: Agronomía Colombiana.
- Medez, J. (2008). Relación entre la tasa de imbibición y la germinación en la semilla de maíz. *Universidad del Oriente*, 3-4.

- Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. (2017). *Sustratos de cultivo*. España.
- Muñoz, F. (2002). *Plantas medicinales y aromaticas. Estudio, cultivo y procesado*. Madrid: Mundi-Prensa.
- National centers for evaironmental information. (07 de 2018). *National centers for evaironmental information*. Obtenido de National centers for evaironmental information: <https://www.ncdc.noaa.gov/>
- Nichols, M. (2009). Advances in coir as a growing medium. En M. Nichols, *Recent. Advances in coir as a growing medium*. (págs. 843: 333-336). Recent. Acta Hort. .
- Ojeda, C. M., Nieto, A., Reynaldo, I. M., Troyo, E., Ruiz, F. H., & Murillo, B. (2013). *Tolerancia al estrés hidrico en variedades de albahaca Ocimun basilicum L* (Vol. 31(2)). México: Terra Latinoamericana.
- Paulitz, T. (2001). Biological control in greenhouse systems. En T. Paulitz, *Biological control in greenhouse systems*. (pág. 103). Phytopath 39.
- Perez Garcia, F., & Pita Villamil, J. M. (2008). *GERMINACION DE SEMILLAS*. MADRID.
- Perez, F., & Pita, J. M. (2008). *Germinación de semillas*. Madrid.
- Restrepo, J. J. (2011). Plantas aromaticas y medicinales enfermedades de importancia y sus usos terapeuticos. *ICA*, 7.